Journal of
Design Sciences and Applied Arts

أثر الإيكوتكنولوجى على التصميم الداخلى كإتجاه تصميمى معاصر

ندى نصير [١] ، غادة المسلمى [٢] ، سارة فهمى [٣]، يسرا الحرايرى [٤]

١. طالبه ماجستير كلية الفنون التطبيقية , جامعة دمياط , دمياط , مصر
٢. أستاذ مساعد كلية الفنون التطبيقية , جامعة بنها , مدينة بنها, مصر
٣. أستاذ مساعد كلية الفنون التطبيقية , جامعة دمياط , دمياط , مصر
٤. مدرس كلية الفنون التطبيقية , جامعة دمياط , دمياط , مصر

Submit Date: 2020-10-22 19:59:45 | Revise Date: 2021-01-07 09:24:17 | Accept Date: 2021-01-07 22:39:23

DOI:10.21608/jdsaa.2021.47416.1081

ملخص البحث:-

يشهد العالم أجمع فى عصرنا الحالى تقدما هائلا فى الأنظمة التكنولوجية فى جميع مجالات الحياة, فرأينا التطور الهائل فى الأنظمة الذكية وتطبيقات النانو وتقنيات استخدام الطاقات المتجددة بالإضافة إلى تقنيات الخامات الذكية وغيرها , وأصبح للعمارة والتصميم الداخلى حظا وافرا من التأثر بالتكنولوجيا , حيث تأثرت بها المبانى فى جميع مراحلها منذ بداية التفكير فى المشروع ودراسات الموقع وصولا إلى مرحلة التنفيذ و تشغيل المبنى, وبما أن الإشكالية الرئيسية تعتمد على كيفية استخدامنا لهذه التكنولوجيا بشكل لايضر بالبيئة , لذا ظهر إتجاه الإيكوتكنولوجى كإتجاه يحاول الربط بين التكنولوجيا الحديثة والتصميم الإيكولوجى والبيئة المحيطة بالفراغات المعمارية وتوظيف كلا منهم فى مكانه الصحيح , لتحقيق أفضل كفاءة لإستهلاك الطاقة دون إستنزاف الموارد الطبيعية أوالإضرار بالبيئة المحيطة , وفى هذا البحث سنتناول تعريف إتجاه عمارة الإيكوتكنولوجى Eco - Technology Architecture, ودراسة التقنيات التكنولوجية المختلفة التى يستخدمها إتجاه الإيكوتكنولوجى فى المبنى للحفاظ على البيئة وتوفير الطاقة , ثم سنتناول أحد الأعمال المعمارية العالمية التى تتبع إتجاه الإيكوتكنولوجى فى التصميم.

- **مشكلة البحث**

فقدان استخدام تقنيات الإيكوتكنولوجى فى المبانى والفراغات الداخلية .

- **هدف البحث**

الوصول إلى حلول تكنولوجية من خلال استخدام تقنيات الإيكوتكنولوجى لتحقيق التوافق بين البيئة الداخلية والإنسان.

- **اهمية البحث**

المزج بين التكنولوجيا والطبيعة من خلال استخدام تقنيات الإيكوتكنولوجى لتحقيق تصميم داخلى متوافق مع البيئة والإنسان معا .

- **منهج البحث**

يتبع البحث المنهج الوصفى التحليلى من خلال تحليل أحد الأعمال المعمارية التى تتبع إتجاه الإيكوتكنولوجى.

الكلمات المفتاحية:-

الإيكوتكنولوجى– العمارة التكنولوجية – العمارة البيئية –التقنيات الذكية – التصميم الداخلى .

- مقدمة البحث :-

كان لحدوث أزمة الطاقة العالمية فى القرن الماضى نقطة تحول فى عملية البناء والتصميم , فأصبح الإحتياج إلى مبانى مقتصدة الإستهلاك للطاقة أو مولدة للطاقة إن أمكن أمر ضرورى , فالمبانى السكنية تستهلك الطاقة من خلال تشغيل المبنى من حيث التهوية والإضاءة وغيرها, لذلك فالمبنى يجب أن يصمم بأسلوب يتم فيه تقليل الاحتياج إلى الطاقة الغير متجددة والاعتماد بصورة أكبر على الطاقات الطبيعية المتجددة, مثل طاقة الرياح والمياه والطاقة الشمسية فى توليد الطاقة بهدف تأمين إحتياجات المبنى من التدفئة والتبريد والإضاءة , لذا فقد لزم على المصممين الإتجاه إلى التفكير الإيكوتكنولوجى للإهتمام بنظام ترشيد استهلاك الطاقة وإستدامة المبانى لتحقيق الراحة المطلوبة داخل الفراغات بالوسائل الميكانيكية والتكنولوجية الحديثة .

١- إتجاه عمارة الإيكوتكنولوجى Eco-Tech Trend Architecturet

تعنى كلمة «الإيكو» «Ecology» أو«ECO» البيئة وكلمة «Technology» أو «TECH» التقنية أو التكنولوجيا , أى أن كلمة «ECO-TECH» تعنى ضمنا «العماره البيئيه التكنولوجية أو التقنية », وتعد واحدة من أهم الدراسات المعمارية الرئيسية فى الوقت الحاضر , حيث ظهر إتجاه الإيكوتكنولوجى نتيجة لاستخدام التكنولوجيا للسيطرة على جميع المتغيرات البيئية , مسببا فجوه ملحوظة بين المبنى والتصميم الداخلى والبيئة المحيطة به مما دفع إلى زيادة الوعى بنظام إستهلاك الطاقة لتحقيق الراحه المطلوبة داخل الفراغات بالوسائل التكنولوجية المعاصره , لذا جاء إتجاه الإيكوتكنولوجى وإستغل المفاهيم الإيكولوجية وتطبيقها فى العمارة التكنولوجية , ويمكن إعتبار إتجاه الإيكوتكنولوجى Trend ECO-Technology دمج بين إتجاهين رئيسين فى العمارة , هما الإتجاه الإيكولوجى Ecology Trend و الإتجاه التكنولوجى TechnologyTrend , حيث يطلق مصطلح عمارة الإيكوتكنولوجى ECO Technology Architecture– (١) (محمد , ٢٠٠٧), على العمارة التى تهدف إلى توليف التقنيات الذكية بإسلوب متناغم مع البيئة , من خلال تعزيز كفاءة توظيف الموارد والطاقات الطبيعية بأقل تأثير على المحيط الإيكولوجى محققا مبادىء الإستدامة فى إطار تقنى ذكى , لإنتاج أبنية ذكية قادرة على التفاعل والإستجابة داخل المنظومة الإيكولوجية المتواجدة بها .

٢- منظومة الإيكوتكنولوجى Eco- Tech System

هى منظومة شاملة متكاملة تضم عنصرى التصميم البيئى والتصميم التقنى فى إطار إقتصادى ملائم للبنية المعمارية المشيدة من أجل بناء ذكى متكامل, ومن ثم فمنظومة Eco-Tech ترتكز على ثلاثة أنظمة رئيسية :-

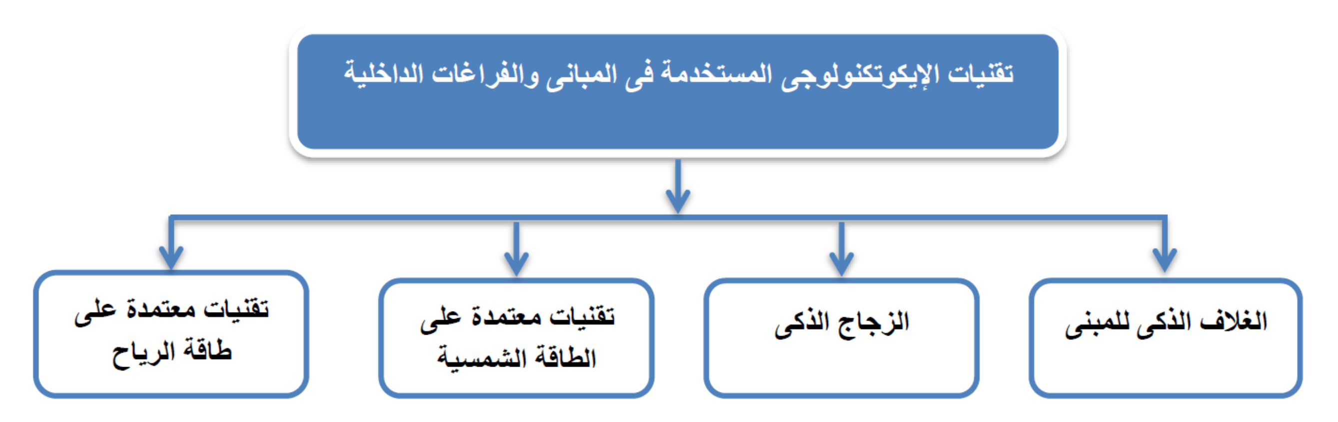
١- النظام الإيكولوجى Ecology:- بكافة مفاهيم الإستدامة وكفاءة الأداء البيئى ودراسات الأثر البيئى للمبنى, والذى يتضمن توافق البناء والتصميم مع المحيط الإيكولوجى من حيث المحيط الحيوى والتكيف المناخى , إضافة إلى تصميم كتلة المبنى وتوجيهه وغيرها من العوامل البيئية .

٢- النظام التكنولوجى Technology:- بكافة مفاهيم التطور التكنولوجى الهائل والمستمر فى كافة قطاعات العمارة (النظم الإنشائية – المواد – تشطيبات الواجهات الخارجية .....), والذى يهدف إلى تحسين الأداء وزيادة كفاءة عامل الوقت .

٣- النظام الإقتصادى Economic:- الذى يعمل على توفير الطاقة , والإستغلال الأمثل لها بالشكل الذى يجعل التصميم فى إطار الإستدامة . (٢) (نسمة , ٢٠١٧)

٣- التقنيات المستخدمة فى الإيكوتكنولوجى :

يعتمد الإيكوتكنولوجى على عدد من التقنيات فى التصميم لتحقيق الراحة لشاغلى المبنى وللحفاظ على الطاقة مثل تقنية الغلاف الذكى للمبنى , الزجاج الذكى , الطاقة الشمسية , طاقة الرياح .



شكل رقم (1) يوضح تقنيات الإيكوتكنولوجى المستخدمة فى المبانى .

(٣-١) الغلاف الذكى للمبنى The intelligent skin

تعريف الغلاف الذكى للمبنى the intelligent skin Definition of : غلاف المبنى هو أحد مقومات المبنى فى التصميم البيئى المؤثرة فى تحديد بيئة الفراغ الداخلى المتعلقة بالراحة الحرارية والراحة البصرية , وبالتالى تؤثر فى تقليل استخدام الطاقة الغير متجددة فى المبانى . (٣) (ابتسام & اخرون ,٢٠١٨)

(٣-١-١) الواجهة الذكية The Intelligent Façade: هى العنصر الذى يؤدى وظيفة تغليف المبنى, وحماية الفراغات الداخلية , وتهدف إلى التجاوب مع المناخ المحلى والمعايير المعتمدة والتى تتمثل فى أداء الطاقة, والراحة الحرارية, ونوعية الهواء فى الأماكن المغلقة وغيرها,وتضم عدة انظمة كأنظمة الواجهات الذكية المتحركة ذاتيا وانظمة الغلاف المزدوج.(٤) Hoseini & others , ٢٠١٢ ( )

- انظمة الواجهات الذكية المتحركة ذاتيا Self-animated smart interfaces : هى واجهات ديناميكية تفاعلية قادرة على التكيف المرن مع التغيرات المستمرة فى البيئة المحيطة كعمل ردود تلقائية مع التغير فى درجات الحرارة والضوء والرطوبة والرياح وغيرها, وذلك لتحسين وتهيئة الفراغات الداخلية بما يلبى احتياجات المستخدم وايضا مع مراعاة سلوكه وتفاعله مع الفراغ الداخلى اثناء ممارسة انشطته.(٥) Mohamed, ٢٠١١))





صورة رقم (1) , (2) توضح معرض كيفرالتقنى فى النمسا Kiefer technic Showroom ((, حيث تحتوى واجهة المبنى على هياكل من لوحات معدنية متحركة لتتكيف مع التغيرات المحيطة لتلبية راحة المستخدم فى الفراغات الداخلية للمبنى .

- انظمة واجهات الغلاف المزدوج Double – Skin Facades System: واجهة الغلاف المزدوج ((DSF المعروفة أيضا بإسم "نوافذ تدفق الهواء" , وهى تعمل على معالجة مسألة إكتساب الحرارة عن طريق واجهات شفافة إلى حد كبير دون استخدام وسائل التظليل الخارجية , كما يقوم الغلاف المزدوج بالتكامل مع المبنى لزيادة الأداء الحرارى والضوئى, بالإضافة إلى الحماية من تأثيرات الطقس وتلوث الهواء والتلوث الغبارى.(6) (ابتسام & اخرون ,2017)

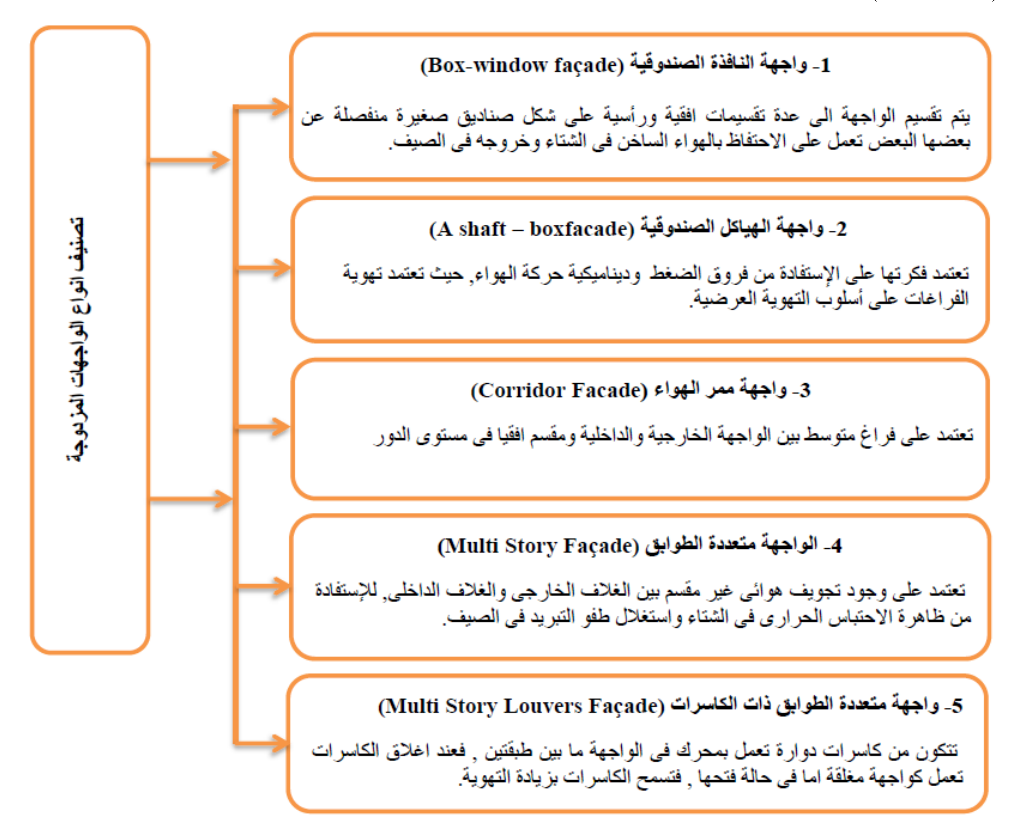






صورة رقم (3) توضح مركز الفنون بسنغافورة كمثال جيد على استخدام الغلاف المزدوج لتحقيق الراحة الحرارية لشاغلى المبنى .

- تصنيف انواع الواجهات المزدوجة : وتصنف أنواع الواجهات المزدوجة وفقا لهندسيتها او لتقسيم الواجهة (The Partitioning Of Façade) إلى :- (7) (غادة, 2018)



شكل رقم (2) يوضح انواع الواجهات المز وجة المستخدم فى إتجاه الإيكوتكنولوجى .

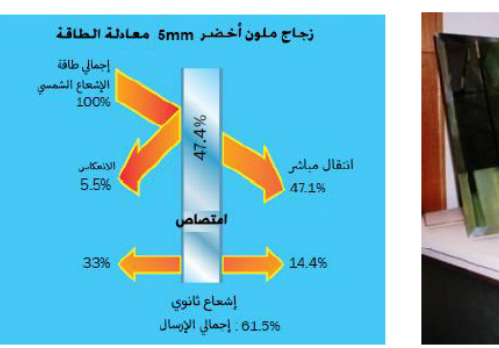
(٣-٢) الزجاج الذكى Smart glass

هو زجاج معالج ويعتبر أحد الأنظمة الذكية التى تستخدم لتقليل درجات الحرارة ومعالجة غلاف المبنى ويتميز الزجاج الذكى بالقدرة على التحكم فى دخول أشعة الشمس إلى الداخل و توفير التظليل المناسب .(٨) (مراد & اخرين , ٢٠١٧)

وفيما يلى نعرض بعض أنواع النظم التكنولوجية للزجاج والتى تعتمد عليها النوافذ والواجهات فى اتجاه الإيكوتكنولوجى:

(٣-٢-١) الزجاج الماص للحرارة HeatAbsorbingGlass:

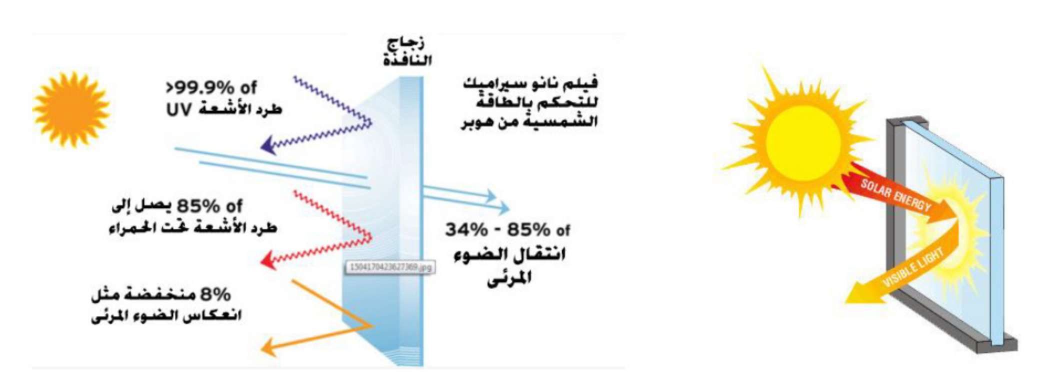
هو الزجاج الذى يتميز بمعامل إمتصاص عالى بالنسبة للأشعة الشمسية ذات الطول الموجى القريب من الضوء المرئى ،مثل الأشعة تحت الحمراء ، لذلك يوضع هذا النوع من الزجاج الماص للحرارة كطبقة خارجية فى الغلاف المزدوج Double glazing , فيقوم بإمتصاص أكبر كمية من الطاقة الشمسية, مما يؤدى لرفع درجة حرارته , وبالتالى قيامه بإشعاع هذه الطاقة الممتصة فى صورة أشعة تحت حمراء , نسبة منها إلى داخل الفراغ والباقى خارجه .





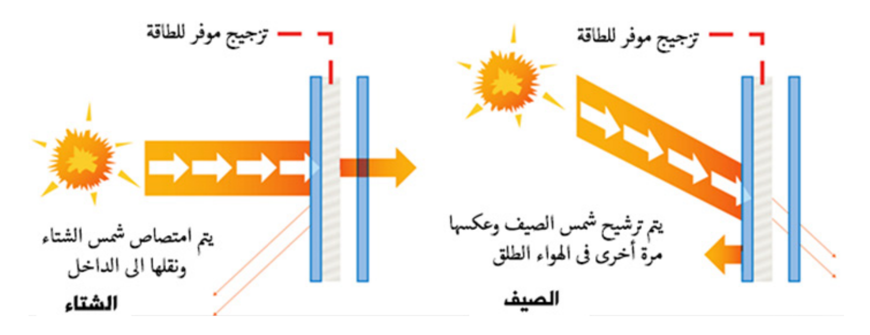
صورة رقم (4) وشكل رقم (3) يوضح الزجاج الماص للحرارة Heat Absorbing Glass وكيفية عمله فى الغلاف الخارجى

(٣-٢-٢) الزجاج العاكس للحرارة Heat Reflective Glass: هو الزجاج الذى يعمل على منع نفاذ الإشعاع الشمسى حيث يحتوى طبقة معدنية رقيقة شفافة , لها معامل إنفاذ عالى للضوء المرئى ، ومعامل إنعكاس كبير بالنسبة للأشعة فوق الحمراء, حيث تقلل من نفاذية الزجاج , وبالتالى فإن كمية الحرارة المنتقلة خلال الزجاج نتيجة سقوط الأشعة الشمسية عليه تنخفض بشكل كبير, مما يساهم فى منع نفاذ الحرارة من الخارج إلى الداخل.



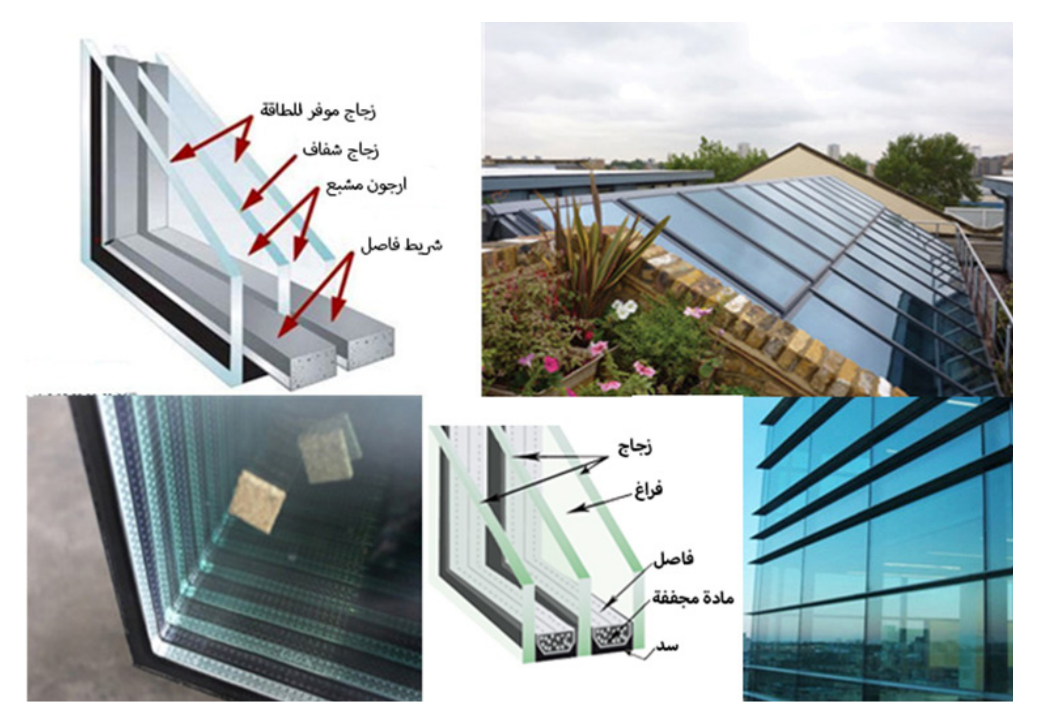
شكل رقم (4) , (5) يوضح كيفية عمل الزجاج العاكس للحرارة How Heat Reflective Glass works .

(٣-٢-٣) الزجاج منخفض الإنبعاثية Low Emissivity Glass: ولتقليل إنبعاث الحرارة التى امتصها الزجاج فى صورة أشعة تحت حمراء , يتم تغليف الوجه الداخلى للزجاج بطبقة من الأغشية المعدنية الرقيقة ذات إنبعاثية منخفضة للأشعة ذات الأطوال الموجية الطويلة , مما يقلل من نفاذها لداخل الفراغ , وبالتالى يقلل من كمية الحرارة التى تنتقل إلى داخل الفراغات المعمارية عن طريق الأشعة. (9) (عباس ,2006)



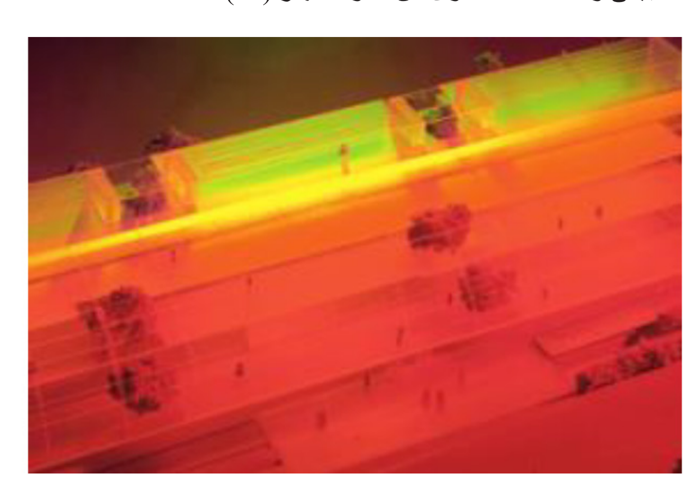
شكل رقم (6) يوضح الزجاج منخفض الإنبعاثية وكيف يعمل على تقليل كمية الحرارة التى تنتقل إلى داخل الفراغ .

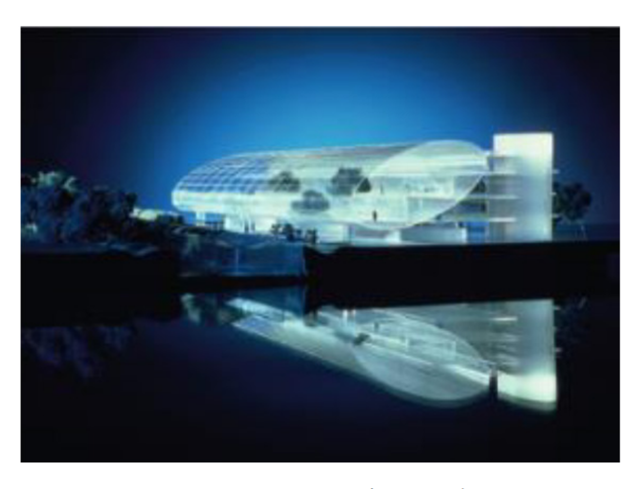
(٣-٢-٤) **الزجاج فائق العزل الحرارى :Super Insulating Glass** يتكون هذا النوع من ثلاث طبقات من الزجاج ،ويعتمد فى طريقة عمله على الخصائص الضوئية للزجاج والغاز الموجود داخل الزجاج ، وقد وصل إلى درجات عزل حرارى عالية تشبه المواد العازلة للحرارة .(10) (مشيرة, 2019)



صورة رقم (5) توضح مكونات الزجاج فائق العزل الحرارى Super Insulating Glass

(٣-٢-٥) **الزجاج متغير النفاذية ضوئيا (الكهروضوئى) Photo Chromic Glass :**
هو نوع من الزجاج متغير الشفافية تبعا لشدة الضوء , حيث يتغير لون الزجاج عند التعرض لأشعة الشمس المباشرة , بينما يكون شفاف فى غياب الضوء الشديد ويسمح بالرؤية , وتسمح هذ التقنية بالحد بشكل كبير من الحمل الحرارى (Casalegno & others , 2012) ويتحقق التوازن الطبيعى والاستفادة القصوى من ضوء النهار.(11)





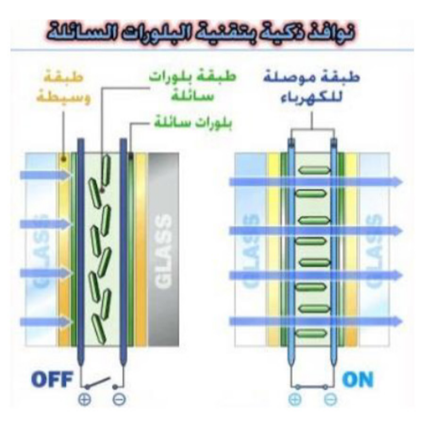
صورة رقم (6) , (7) واجهة متحف الفن الحديث Museum of Modern Art, بمدينة ميونخ , أحد تطبيقات استخدام الزجاج الكهروضوئى (الفوتوكروميك) فى الواجهات

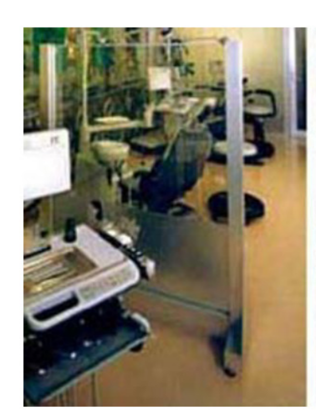
(٣-٢-٦) **الزجاج متغير النفاذية حراريا (الثرموكروميك) Thermo Chromic Glass:**
حيث يبدأ التحول فى زجاج الثرموكروميك عندما ترتفع درجة الحرارة ،إما بسبب إمتصاص أشعة الشمس (حرارة أشعة الشمس) ، (Michael , ٢٠٠٨) أولإرتفاع درجة الحرارة الخارجية ويبدأ زجاج الثرموكروميك فى عكس الضوء بدلا من السماح بإنتقاله. (١٢)



صورة رقم (8) يوضح التحول فى زجاج الثرموكروميك بسبب حرارة أشعة الشمس .

(٣-٢-٧) النوافذ ذات تقنية البلورات السائلة Windows with Liquid Crystais: تعمل البلورات السائلة الموجودة بين طبقتى الزجاج على التحكم فى كمية الضوء النافذ منها , وذلك من خلال تغيير إستجابة البلورات السائلة للشحنات الكهربية , ففى حالة مرور التيار الكهربى , تصبح النافذة شفافة تماما ،وتسمح بمرور الضوء ،أما فى حالة عدم مرور تيار كهربى فإنها تكون معتمة بصورة كبيرة ،وبالتالى توفر الخصوصية. (١٣) (منى , ٢٠١٩)



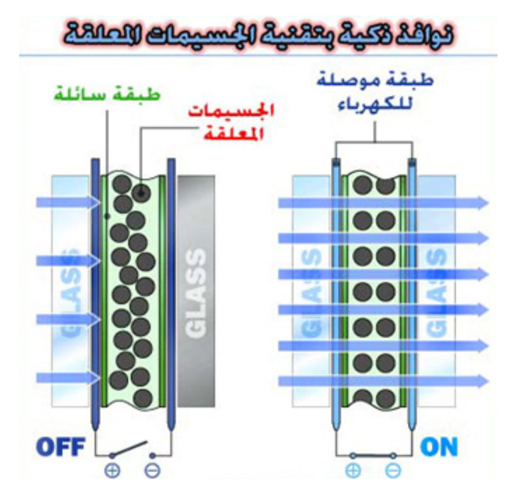




صورة رقم (9) وشكل رقم (7) يوضح النوافذ ذات تقنية البلورات السائلة وكيفية تحولها من الشفافية إلى الإعتام فى حالة عدم مرور تيار كهربى.

٣-٢-٨) النوافذ ذات تقنية الحبيبات المعلقة Windows with Suspended particle Technology :

وتسمى هذه الطريقة بالحبيبات المعلقة SPD«Supended Particle Technology» أو صمامات الضوء, وتعتمد على استخدام حبيبات مكرسكوبية من مادة صلبة ماصة للضوء , فعند تطبيق فرق جهد معين تتراص هذه الجزيئات بشكل منتظم لتسمح للضوء للمرور بينها ،وبدون تطبيق فرق جهد كهربى فإن الجسيمات تترتب بطريقة عشوائية مما ينتج عنه حجب الضوء ومنعه من النفاذ .



شكل رقم (8) يوضح فكرة عمل النوافذ بتقنية الجسيمات المعلقة SPD"Suspended particle Technology" .

(٣-٢-٩) الزجاج الإلكتروكروميك «الزجاج متغير اللون كهربيا Electro Chromatics Glass»:
وتبنى فكرة هذا الزجاج على وجود طبقة من مادة كيميائية تغير لونها وخواصها الضوئية عند تطبيق فرق جهد كهربى عليها ، فتصبح معتمة للضوء عند تطبيق فرق جهد كهربى عليها ،ومنفذة للضوء عند إختفاء فرق الجهد الكهربى،وتعرف بإسم المواد (إلكتروكروماتك). (14) (مشيرة ,2019)





شكل رقم (9) , (10) يوضح كيفية عمل النوافذ بتكنولوجيا الإلكتروكروميك فعلى اليمين تصبح النافذة معتمة عند Electro Chromatics تطبيق فرق جهد كهربى عليها وعلى اليسار تصبح النافذة شفافة ومنفذة للضوء عند فرق جهد صفر.

(٣-٣) تقنيات معتمدة على الطاقة الشمسية Solar technologies :
تعتبر الطاقة الشمسية أحد مصادر الطاقة المتجددة غير المعرضة للنفاذ ويمكن تحويلها إلى صور أخرى من الطاقة قابلة للإستعمال عبر خمس طرق رئيسية : الاستخدام المباشر لأشعة الشمس , تركيز الحرارة الشمسية , تحويل أشعة الشمس إلى طاقة كهربائية وهذا ما اعتمد عليه إتجاه الإيكوتكنولوجى فى التصميم , ومن اهم إستخداماتها :التصميم الشمسى السالب Passive Solar Design,التسخين الشمسى للماء Active Solar Water Heating , الخلايا الكهروضوئية (Photovoltaics Solar PV).
(3-3-1) الخلايا الكهروضوئية (SolarPhotovoltaics (PV) هى أنظمة نشطة تعتمد على مواد شبه موصلة (غالبا السيليكون) وتعمل على تحويل أشعة الشمس إلى كهرباء, وتوضع الخلايا الكهروضوئية بالغلاف الخارجى للمبنى, حيث يمكن استخدامها بصور متعددة أما على السطح أو على الوجهات أو على الكاسرات أو تستخدم كبديل عن حوائط الستائر الزجاجية, لتصبح وحدات PV جزءا من تكوين الغلاف, يتكامل معه ليؤدى وظيفته.

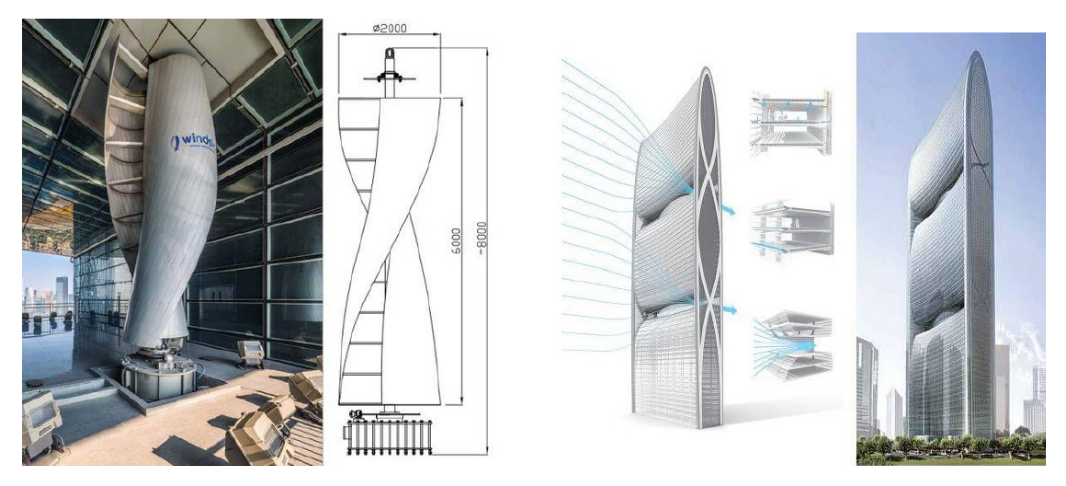




صورة رقم (10) , (11) توضح غلاف مبنى Umwelt Arena ذو السقف البلورى من وحدات PV.

(٣-٤) تقنيات معتمدة على طاقة الرياح Wind energy-based technologies :
يقصد بها الطاقة الناتجة عن حركة الهواء التابعة لإختلاف فرق الضغط بين المناطق والبلدان , ومنه يتولد تيارات هوائية ذات إتجاهات محددة ومرصودة وبسرعات يمكن قياسها, و يمكن استخدامها من خلال توجيه المبانى وتشكيل واجهاتها , وأيضا من خلال التشكيل العمرانى يمكن التحكم فى توفير التهوية الداخلية الطبيعية داخل الفراغات الداخلية , كما يمكن التحكم فى حركة الرياح الخارجية حول المبنى وجذبها إلى الداخل لتوفير التهوية الطبيعية , حيث يتم تسخير الرياح ذات الشدة العالية والسرعات الفائقة فى عمليات توليد الطاقة الكهربائية من خلال حركة توربينات الرياح. (١٥) (منى ,٢٠١٩)
(٣-٤-١) أنظمة توليد الطاقة من الرياح : طاقة الرياح هى واحدة من أهم مصادر الطاقة المتجددة والنظيفة , والتى تطورت بشكل كبير مع التقدم

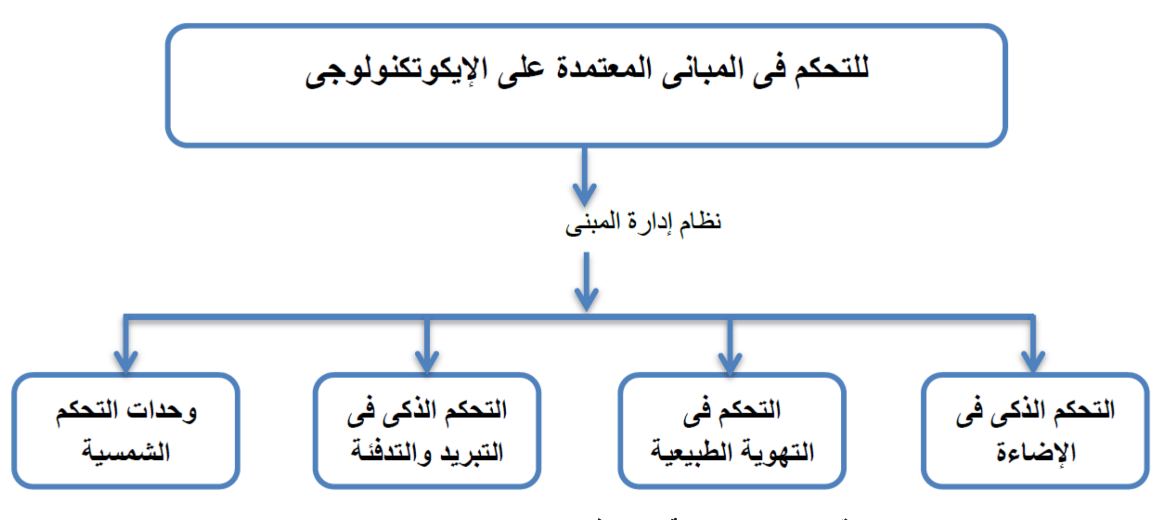
التكنولوجيا المستمر , ووجد أن إستخدام توربينات الرياح بأغلفة المبانى المرتفعة يوفر ما يقرب من ٢٠٪ من الطاقة اللازمة لتشغيل المبنى , وقد سميت هذه الأنظمة بتوربينات الرياح المتكاملة مع المبنى (BIwT (Building Integrated Wind Turbines . (١٦)(Darya , ٢٠١٥)



صورة رقم (12) , (13) يوضح برج The Pearl River بالصين كمثال لأنظمة BIWT بغلاف المبنى.

٤- التحكم فى مبانى الإيكوتكنولوجى Control of Ecotechnology building

يعتمد إتجاه الإيكوتكنولوجى على إستخدام نظام أدارة للمبنى (BMS) Building Management System) للتحكم فى الإضاءة , التهوية الطبيعية , التبريد والتدفئة , ووحدات التحكم الشمسية , لكى يصبح المبنى أكثر تفاعلا وإستجابة مع البيئة المحيطة وشاغلى المبنى .



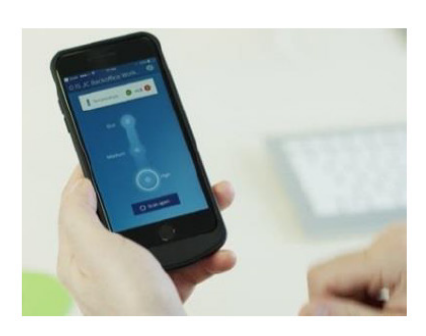
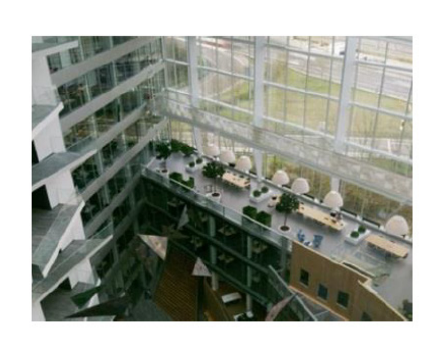
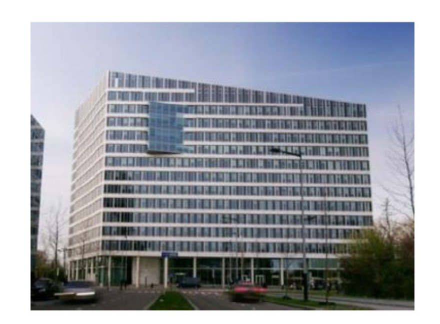
شكل رقم (11) يوضح كيفية التحكم فى المبانى المعتمدة على الإيكوتكنولوجى .

(٤-١) نظام أدارة المبنى .(Building Management System)

إن نظام إدارة المبنى ذات أهمية لضبط أنظمة الغلاف وإدارتها وربطها بالأنظمة الداخلية للمبنى لتحقيق مبدأ الكفاءة فى الطاقة مع الحفاظ على الراحة للمستخدمين , كأنظمة توليد الطاقة وأنظمة تسخين المياه وكيفية إدارتها وربطها بأنظمة الطاقة الداخلية , كما يتحكم نظام إدارة المبنى فى الفراغ الداخلى وأعمال مكافحة الحريق وأنظمة الأمن وأنظمة الإضاءة والتهوية والتكييف والتبريد ((HVAC) , حيث يعتمد نظام إدارة المبنى ((BMS) على أجهزة الإستشعار The Sensors)) التى تزوده بالمعلومات والبيانات عن البيئة الداخلية والخارجية , ويستخدم المنطق الغامض Fuzzy Logic)) حيث يسمح للكمبيوتر بأن يبرمج بالمعلومات على كل ما هو جديد وأفضل , كذلك شبكات الأعصاب الصناعية المتصلة بنظام إدارة المبنى , قادرة على التنبؤ برد فعل المبنى تجاه المؤثرات الخارجية وكيفية تفاعله معها.(١٧) (أسماء , ٢٠١١)

- أجهزة الاستشعار The Sensors)):

هى أجهزة تستكشف أو تستجيب إلى الحافز الفزيائى أو الكيميائى مثل (الحركة أو الحرارة) , وتشمل المعلومات التى يتم تزويدها من خلال أجهزة الاستشعارعلى التغيرات فى البيئة الداخلية والخارجية للمبنى مثل : درجة الحرارة والرطوبة وجودة وحركة الهواء.(١٨) (نيرفانا , ٢٠١٥)

صورة (14) , (15) , (16) يوضح مبنىThe Edge كمثال لنظام إدارة المبنى و الحاصل على جائزة أذكى مبنى أخضر بالعالم .

(٤-١-١) الأنظمة الذكية للتحكم فى الإضاءة Intelligent lighting control systems

تعتمد هذه التقنيات على نوع فراغات المبنى المختلفة , وبالتالى اختيار نظم الأضاءة المناسبة , والتى يتم دمجها مع الإنارة الطبيعية بحيث تتكامل معها , للحفاظ على الطاقة.

١- التحكم فى ضوء النهار : من خلال مراقبة الإضاءة فى الفراغ حيث تتكامل الإضاءة الصناعية مع الإضاءة الطبيعية لتوفير بيئة مريحة بصريا, حيث تتضمن بعض المبانى مجموعة من النظم النشطة Active Systems التى تستجيب إلى الزوايا الشمسية , وتوفر اوضاع مثالية للتحكم إليا بالضوء من خلال أجهزة توجيه الضوء light Guiding , والأجهزة العاكسة للضوء light Reflection , مثل الألياف البصرية , وأنابيب الضوء وأجهزة التظليل , وتعمل النظم على تكيف الضوء ليناسب الاحتياج الداخلى. (١٩) (مشيرة , ٢٠١٩)

٢- التحكم بالفتح والغلق (Switching):- يتم التحكم آليا بفتح وغلق المفاتيح الكهربائية حسب الحاجة .

٣- التحكم من خلال خفض شدة الإضاءة Dimming)): تساهم عملية خفت شدة الإضاءة فى توفير الطاقة , حيث تصل نسبة الطاقة الموفرة إلى ٩٨٪ من نسبة الطاقة الغير مستخدمة , وهى تشمل على ما يلى : تحكم المستخدم بالإضاءة , أجهزة التحكم بحساسات الضوء , اكتشاف الأشغال (وفيه يتم تثبيت حساسات فى الفراغات تعمل على اكتشاف الحركة داخل الفراغ , فإذا لم يتم اكتشاف أى حركة فى الفراغ يتم فصل التيار الكهربائى).





صورة رقم (17) , (18) , (19) يوضح وحدات الاضاءة المستخدمة بمبنى شركة جوتز حيث تعتمد على خاصية "إضاءه بدرجة أكبر " أو "إضاءه بدرجة أقل" . (More Light or Less Light)

- الجدولة الزمنية : يتم من خلالها مراقبة الإضاءة والتحكم بتشغيلها وايقافها وفق جدول زمنى محدد مسبقا.(٢٠) (أسماء , ٢٠١١)

(٤-١-٢) التحكم فى التهوية الطبيعية Natural Ventilation

إن أحد اسباب التحكم فى التهوية الطبيعية هو تجنب الحاجة إلى مكيف الهواء وايضا توفير الهواء النقى الطبيعى المستخدم داخل الفراغات ، وبالنسبة للمبانى الكبيرة يجب وجود بعضا من أجهزة التحكم بالتهوية تعمل وفقا لإستراتجية التحكم المناسبة لنظام إدارة المبنى , حيث تعمل على تعديل فتحات دخول وخروج الهواء تبعا للتذبذبات الطبيعية فى سرعة الرياح وإتجاهها مما يؤدى إلى تغير معدلات التهوية , والهدف من التحكم فى التهوية هو توفير مايكفى من الهواء الخارجى النقى لأغراض التهوية وإزالة أى زيادة فى الإكتساب الحرارى وتوفير بيئة صحية . (٢١) (نيرفانا , ٢٠١٥)

(٤-١-٣) التحكم الذكى فى التبريد والتدفئة Intelligent control of cooling and heating

فى العديد من المبانى تستخدم التكنولوجيا لتقليل الطاقة الناتجة عن احتياجات تدفئة الفراغ وتسخين المياه , وذلك من خلال استخدام إستراتيجيات الطاقة الشمسية السلبية وتجهيزها بأكثر آلات التحكم دقة , كأن يتم استخدام أجهزة شمسية لتسخين المياه وتكون مجهزة بأجهزة لتتبع الشمس بصورة آلية للحصول على أقصى قدر للتعرض للشمس (٢٢), اى ان عملية التبريد والتدفئة تعتمد على تجميع مياه الأمطار واستغلالها بحيث تعمل على تلطيف الفراغ الداخلى , وهناك طرق ذات تقنية عالية من اجل مقاومة الحرارة العالية مثل نظام تخزين الثلج «Ice Storage System» وفكرته تقوم على إنتاج الثلج وتخزينه فى مخازن خاصة ثم يمرر عليه الهواء لتبريده , ومن خلال ذوبانه أثناء النهار يتم تبريد المبنى .(٢٢) (أسماء , ٢٠١١)

(٤-١-٤) وحدات التحكم الشمسية Sun Controllers

لكى نقوم بالحد من هذه الآثار الضارة للشمس التى تؤثر بالسلب على الراحة الحرارية للفراغات , فلا بد أن نلجأ إلى الوسائل تكنولوجية التى تمتص أكبر قدر من الطاقة الشمسية لإستخدامها فى أى وقت ، وتقوم هذه النظم بعمل حسابات على الحاسب الآلى والتى تجعل من السهل تحديد الوقت الحقيقى لزوايا ميل الشمس , ويتحكم الحاسب الآلى فى الستائر وهى أكثر مظهر شائع للتحكم فى الطاقة الشمسية وتشمل العديد من الأنواع الأفقية Venetian Brids التى يمكن إنزلها أو رفعها أو إمالتها تبعا للوجود الملاحظ للشمس .(٢٣) (مشيرة ,٢٠١٩)

٥- تأثير الإيكوتكنولوجى على البيئة

The impact of Ecotechnology on the environment

يعمل الإيكوتكنولوجى على التكامل مع البيئة المحيطة , محافظا على الطابع الخاص بها , بحيث يصبح المبنى جزءا من التنسيق الخارجى للموقع , كما يعمل الإيكوتكنولوجى على مراعاة البيئة الخارجية لتقليل الآثر البيئى للمبنى وذلك من خلال المحافظة على الموارد البيئية وعدم استنزاف الموارد الطبيعية الحالية , بالإضافة إلى الحفاظ على الطاقة , كما يراعى الإيكوتكنولوجى فى مبانيه إستخدام المواد القابلة لإعادة الإستخدام أو التدوير وذلك للحفاظ على البيئة من المخلفات الصلبة الغير قابلة للتحلل او التعفن وتضر البيئة .

٦- تأثير الإيكوتكنولوجى على شاغلى المبنى

The impact of the technology on the occupants of the building

يحقق الإيكوتكنولوجى الراحة الضوئية والحرارية لمستخدمى الفراغات الداخلية , وذلك عن طريق استخدام التقنيات الحديثة فى المبنى , كما يوفر الإيكوتكنولوجى لشاغلى الفراغات سيطرة على بيئتهم المباشرة , من خلال أحدث نظم للتحكم التى توفر إمكانية التحكم الشخصى من خلال ألواح شاشة التحكم ووحدات يدوية للتحكم عن بعد ، مثل التحكم عن بعد فى فتح وغلق الإضاءة على حسب الاحتياج , ومع ذلك قد تكون هناك ضرورة أو فرص للتحكم دون الرجوع إلى شاغلى المبنى ، لتحقيق استراتيجات الراحة وتقليل الطاقة .(٢٤) , (٢٠١٤ Amir)

٧- دراسة تحليلية لأحد الأعمال المعمارية لإتجاه عمارة الإيكوتكنولوجى

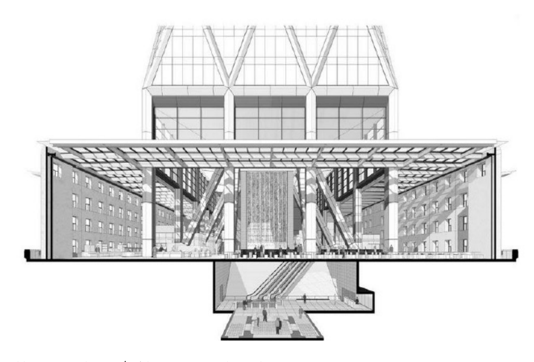
Study of analysis of one of the architectural works in the direction of the Eco – Technology Architecture.

سنتناول فى هذا البحث تحليل لأحد الأعمال المعمارية العالمية وهو لأحد معماريو إتجاه عمارة الإيكوتكنولوجى من خلال التقنيات المستخدمة فى الإتجاه , السابقة الذكر.

- برج هيرست Hearst Tower

هو برج إدارى يقع فى مدينة نيويورك – الولايات المتحدة الأمريكية (٢٠٠٦), والبرج من تصميم المعمارى نورمان فوستر Norman Foster, حيث تم إضافة الزجاج والصلب فوق قاعدة من الحجر المصبوب مكونة من ستة طوابق , والتى صممها جوزيف أوربان فى عام ١٩٢٨وأسسها وليام راندولف هيرست , والبرج مكون من ٤٦ طابق وبارتفاع ١٨٢ وبمساحة ١٩٠٠ متر مربع للطابق الواحد , ويضم البرج ٨٠ ألف متر مربع من المساحات المكتبية , ٩٠٪ من هيكل المبنى الفولاذى من الحديد المعاد تدويره والغير قابل للصدأ , ولقد حاز برج هيرست على جائزة هاى رايز المعمارية لعام ٢٠٠٨ وفاز مصممه نورمان فوستر بقيمة الجائزة وقدرها ٥٠ الف يورو لأفضل تصميم معمارى.(٢٥)





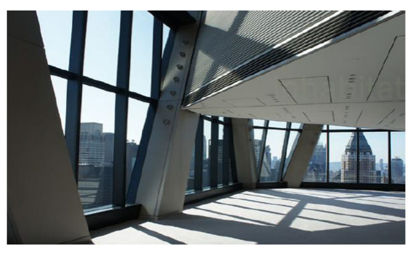
صورة رقم (20) وشكل رقم (12) يوضح مبنى برج هيرست "Hearst Tower" (على اليمين) والقطاع الراسي للمبنى (على اليسار).

- تقنيات الإيكوتكنولوجى المطبقة فى برج هيرست Ecotechnology techniques applied in the Hearst Tower :

لقد تم إستخدام بعض التقنيات الذكية فى المبنى مثل الواجهات الذكية , الزجاج الذكى .

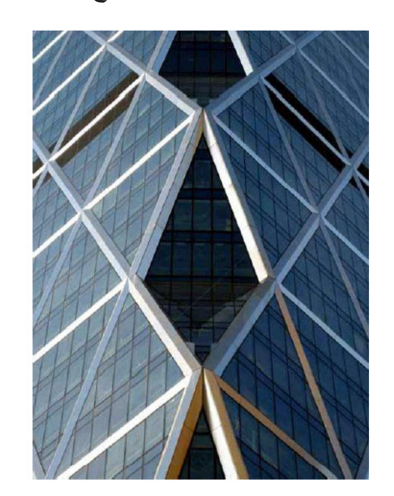
١- استخدام الواجهات الذكية وهى كالتالى : إن الواجهات الأربعة للمبنى عبارة عن واجهات زجاجية مزدوجة (Double Façade) تتكون من طبقتين من الواح الزجاج المزدوج بينهما فراغ هوائى ,كما انها مزودة بفتحات تفتح وتغلق طبقا لتفاعلها مع الظروف البيئية المحيطة , فتعمل على رفع كفاءة البيئة الضوئية والحرارية فى الفراغات الداخلية للمبنى , بالاضافة إلى الحد من الضوضاء وأشعة الشمس الضارة , حيث يوجد بطبقات الحوائط الزجاجية أجهزة تحكم واستشعار تمنع دخول أشعة الشمس الضارة , كما تستخدم مستشعرات الضوء لقياس كميات الضوء الطبيعى وتتفاعل تلقائيا وفقا لما هو مطلوب .

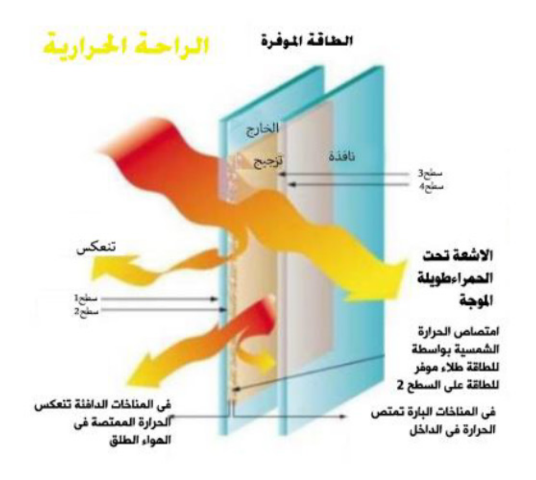




صورة رقم (21) , (22) توضح الوجهات المزدوجة للمبنى أثناء التنفيذ (على اليمين) واختراق الإضاءة الطبيعية للوجهات الزجاجية للمبنى (على اليسار) .

- **الزجاج الذكى المستخدم فى المبنى** : هوعبارة عن زجاج مزدوج ثلاثى شبه عاكس بانبعاثيه منخفضة التغطية الخارجية , مؤلفة مما يقارب ١٢٧٧٧ م٢ من الواجهات المتواصلة بخلايا مع واجهات زجاجية عازلة اختيارية مزدوجة الزجاج ذات التأدية الحرارية والصوتية العالية ، مما يساعد على تشتيت الأشعة الضوئية مع أمكانية التحكم فى كمية الأضاءة الطبيعية النافذة لداخل المبنى , من خلال أجهزة استشعار وتحكم تعطى معلومات عن مدى احتياج الفراغات للإضاءة الطبيعية ، كما تم طلاء الزجاج المستخدم فى الواجهة بمادة للحد من الأشعة الشمسية والسماح بمرور الضوء الطبيعى للفراغات الداخلية وبالتالى التقليل من أحمال التبريد المركزية.





صورة رقم (23) وشكل رقم (13) يوضح الزجاج شبه عاكس بانبعاثيه منخفضة المستخدم فى الواجهات الزجاجية لبرج هيرست .

- التحكم فى برج هيرست Control of the Hearst Tower:-

يتم التحكم فى برج هيرست من خلال نظام إدارة المبنى , حيث يتحكم فى كلا من الإضاءة , التهوية الطبيعية , التبريد والتدفئة.

-1 نظام أدارة المبنى : يحتوى المبنى على مجموعة من أجهزة الإستشعار التى تزود نظام أدارة المبنى (BMS) بالمعلومات والبيانات المتعلقة بالبيئة الداخلية والخارجية مثل : سرعة وإتجاه الرياح , درجة الحرارة الداخلية والخارجية والرطوبة النسبية , معدل أشغال المبنى , شدة وكثافة الإضاءة وغيرها , ونتيجة لهذه البيانات يقوم نظام أدارة المبنى بأتخاذ القرارات اللازمة , كما يتصل بمحطة الرصد الجوى (Weather Station) فوق سطح المبنى التى تزود الكمبيوتر بجميع البيانات المتعلقة بالبيئة الخارجية والداخلية للمبنى .

(1-1) الأنظمة الذكية للتحكم فى إضاءة المبنى :

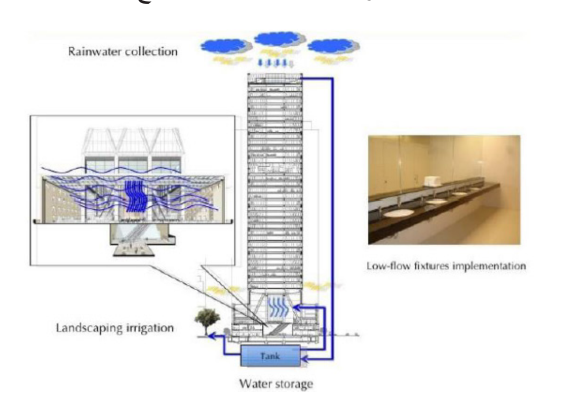
يستخدم المبنى نظام الأضاءة الصناعية المستجيبة التى تعمل على تشغيل وإيقاف تشغيل الإضاءة وفقا لمبدأ إضاءة بدرجة أكبر / إضاءة بدرجة اقل (More Light or Less Light) , حيث يتم تفعيل دور الإضاءة الصناعية المستجيبة من خلال أستخدام حساسات الشاغلين (Motion Sensors) , وحساسات الضوء , وأجهزة رصد الأشغال (Occupancy Detector) , التى تعمل على إطفاء الإضاءة الصناعية بصورة تدريجية عند توافر الضوء الطبيعى , أو عند مغادرة المستخدمين لفراغات المبنى , بينما تعمل على تشغيل الإضاءة فى حالة وجود مستخدمين داخل الفراغ , مع السماح لتحكم شاغلى المبنى فى فتح وغلق الإضاءة على حسب الاحتياج .

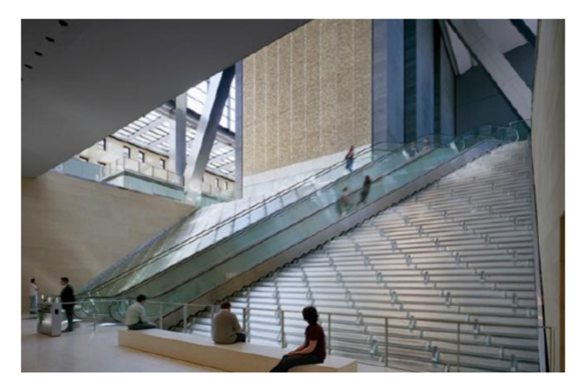
(2-1) التحكم فى التهوية الطبيعية : إن المبنى يعتمد على التهوية الطبيعية لما يقارب 75% فى السنة , حيث أن الواجهات الزجاجية المزدوجة بالمبنى مزودة بفتحات تفتح وتغلق طبقا لتفاعلها مع الظروف البيئية المحيطة , وبالتالى تتحكم فى التهوية وتزيل أى زيادة فى الإكتساب الحرارى .



صورة رقم (24) توضح الفتحات فى الحوائط الخارجية والتى تدار تكنولوجيا بواسطة أجهزة الإستشعار.

(٣-١) التحكم الذكى فى التبريد والتدفئة : يعتمد المبنى على تجميع مياه الأمطار من سطح البرج لتلطيف فضاء الفناء الداخلى صيفا وتخفيض درجة الحرارة باستخدام أنابيب من البوليثيلين بداخلها الماء , اما بالشتاء فانه يعمل على تسخين فضاء الفناء الداخلى ومن خلال عملية الإشعاع والإشعاع العكسى فهى تزيد من درجة حرارة الأرضية الجرنيت الى ٧٢ فهرنهايت, إضافة الى استخدام النباتات فى تلطيف درجة حرارة البرج , كما عمل المصمم على الحد من كمية الجدران الداخلية بحيث تمنع كمية أقل من الضوء.



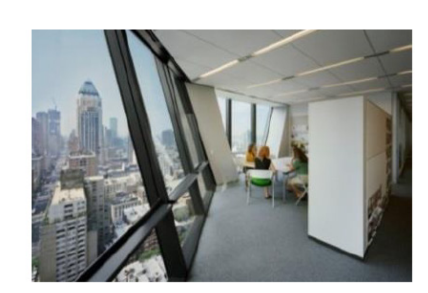


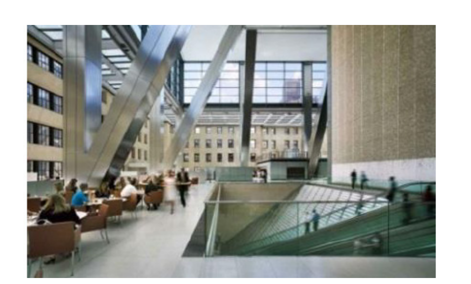
صورة رقم (25) وشكل رقم (14) يوضح كيفية تجميع مياه الأمطار من سطح البرج لتلطيف الفناء الداخلى فى الصيف وترطيبه فى الشتاء.

كما يعتمد المبنى على نظام ميكانيكى (The Mechancial System) يعمل على تسخين الفراغات الداخلية من خلال رفع درجات الحرارة وباستخدام مراوح يمكن ان تقوم بدور نقل طاقة التسخين الى الفضاء علما بأن هذه المنظومة قادرة على رفع كفاءة تسخين الفراغ من الخارج بنسبة مائة بالمائة ومن خلال تعريض مراوح الى بخار ماء بالشكل الذى يعمل على دفع الهواء الحار الى الداخل, بالإضافة إلى إعتماد المبنى على نظام الدفع الجانبى للهواء Airside System)), حيث يتم من خلال ضخ هواء بدرجة حرارة منخفضة تبلغ (44) فهرنهايت , من خلال مراوح دفع وماتورات مصممه لهذا الغرض بهدف دفع الهواء الى داخل الفراغ وفق نظام تدفئة مصمم لذلك , كما يحتوى المبنى على اوتريوم ذات نظام تدفئة يعتبر الاساس من خلال انابيب البولى إيثلين الموجودة تحت الأرضية والتى تقوم بعملية التدفئة وتسخين الماء شتاء وتبريده صيفا.

ـ مراعاة مستخدمى الفراغات فى التصميم :

حيث يتحقق لمستخدمى الفراغات الداخلية لمبنى هيرست الراحة الضوئية والحرارية, كما أن المبنى يسمح لشاغليه بالتحكم عن بعد فى فتح وغلق الإضاءة على حسب الاحتياج , بالإضافة إلى الحد من الضوضاء داخل الفراغات لخلق جو صحى للعاملين بالمكاتب الإدارية , وفى ذلك عمل المصمم الداخلى على الدمج بين الفكرة الأساسية فى التصميم من خلال استخدام التكنولوجيا معتمدا على الوسائل الإيكولوجية المتاحة من البيئة الخارجية ،وبين متطلبات مستخدمى الفراغات الإدارية للمبنى لخلق بيئة داخلية مريحة . (26) (أسماء ,2011)







صورة رقم (26) , (27) , (28) يوضح اعتماد الفراغات الداخلية على الإضاءة الطبيعية.

ـ النتائج :

- يعمل إتجاه الإيكوتكنولوجى على تفاعل المبنى ومنظوماته مع البيئة المحيطة باعتباره متنفس حي يؤثر ويتأثر بالمحيط الخارجي بغية تحقيق أعلى درجات الراحة للبيئة الداخلية وبأعلى أدائية ممكنة وبأقل تكلفة.
- الإيكوتكنولوجى يؤثر ايجابيا على راحة الإنسان .
- تعمل عمارة الإيكوتكنولوجى على الحفاظ على البيئة من خلال الإستفادة القصوى من الطاقات المتجددة مثل طاقة الرياح والطاقة الشمسية والتى لديها تأثير أقل على البيئة مقارنة بطاقة الوقود الحفرى.
- تعتمد الفراغات المعمارية التى تتبع اتجاه الإيكوتكنولوجى فى التصميم على توفير الطاقة , عن طريق الإعتماد على الإضاءة الطبيعية ووسائل التهوية والتدفئة والتبريد من البيئة المحيطة عن طريق الإعتماد على الأساليب التكنولوجية المختلفة والتى تتناسب مع كل بيئة بعد تمام دراستها .
- التداخل والإمتزاج بين التكنولوجيا والبيئة المحيطة لتحقيق فراغات داخلية مستدامة و متكيفة مع الطبيعة المحيطة به من خلال دراسة تطبيق تقنيات الإيكوتكنولوجى.

- **التوصيات :**

- لابد من تحليل ودراسة النماذج المعمارية الناجحة لبعض البلدان الأوروبية والتى تقدم التكنولوجيا البيئية المتقدمة للإستفادة من تطبيقها فى الدول النامية عامة ومصر خاصة والتى تعانى من إستنزاف لمواردها الطبيعية وثرواتها, لذلك يجب تطبيق فكرالإيكوتكنولوجى لتحقيق عمارة متوافقة مع الطبيعة .
- يجب إدراك المصمم الداخلى لأهمية تطبيق تقنيات الإيكوتكنولوجى فى التصميم .
- يجب على المصمم عدم إغفال الجانب البيئى الإيكولوجى فى تصميم الأبنية الذكية وإدراك أهمية تحليل المبادئ الأساسية لإتجاه الإيكوتكنولوجى للحصول على تصميم داخلى متوافق بيئيا.
- الإهتمام بالوسائل التكنولوجية المتاحة لتحقيق كفاءة إستهلاك الطاقة فى الفراغات الداخلية بطرق لا تؤثر على البيئة المحيطة.

- **المراجع :**

١. العيسوى , محمد عبد الفتاح أحمد - «إقتصاديات التصميم البيئى – نموذج لتصميم بيئى إقتصادى وتأثيره على المبانى » - رسالة دكتوراة - قسم الهندسة المعمارية - كلية الهندسة - جامعة القاهرة – ٢٠٠٧- ص١٠-١١.
٢. الدين , نسمة ضياء - « جدلية العلاقة بين العمارة البيئية والعمارة التقنية – دراسة تحليلية لأسس التصميم المحقق للراحة الحرارية وكفاءة الطاقة بالتطبيق على نموذج سكنى مصغر » - رسالة ماجستير - كلية الهندسة - جامعة القاهرة – ٢٠١٧ - ص٩٥.
٣. سمير , ابتسام . رمزي , حفصة . رشاد , بهجت -» مقومات انظمة الواجهات الذكية للابنية»- مجلة اتحاد الجامعات العربية للدراسات والبحوث الهندسية - المجلد٢٥- العدد١- ٢٠١٨- ص١.
٤. Hoseini & others, Ghaffarian AmirHosein : " Intelligent Facades in Low-Energy Buildings", British Journal of Environment & Climate, Change٢(٤) , ٢٠١٢ ٤٣٧pp-٤٦٤.
٥. El Sheikh, Mohamed Mansour : " Intelligent Building Skins: Parametric-Based Algorithm For Kinetic Facades Design And Daylighting Performance Integration ", Master Thesis, Faculty Of The Usc School Of Architecture University Of Southern California. ,٢٠١١, p.٣٩,٤٠
٦. سمير , ابتسام . رمزي , حفصة . رشاد , بهجت -» مقومات انظمة الواجهات الذكية للابنية»- مرجع سابق , ص٧-٨ .
٧. اسماعيل , غادة محمد -» تأثير الواجهات المزدوجة القشرة على كفاءة إستخدام الطاقة فى الأبنية «- مجلة اتحاد الجامعات العربية للدراسات والبحوث الهندسية - المجلد٢٥- العدد٣- ٢٠١٨- ص٥٥-٥٩.
٨. عبد القادر , مراد . كمال , أمل . مجدى , بيشوى-»تحسين الأداء الحرارى فى البيئة الداخلية للمبانى السكنية فى مصر بإستخدام الواجهات الذكية «- مجلة كلية الهندسة جامعى الأزهر - المجلد ١٢ - العدد٤٤ – ٢٠١٧- ص٥.
٩. الزعفرانى , عباس محمد . فكرى , أحمد أحمد –»الزجاج ذوالنفاذية الإختيارية للإشعاع الشمسى (مدخل للتصميم البيئى للفتحات الخارجية فى المبانى) «- مؤتمر قسم الهندسة المعمارية - كلية الهندسة - جامعة القاهرة – ٢٠٠٦- ص١٠-١٣.
١٠. قنديل , مشيرة فريد محمود - «الإستفادة من إتجاه عمارة الإيكوتكنولوجى وأثرها على التصميم الداخلى المعاصر «, رسالة دكتوراة , كلية فنون تطبيقية , جامعة حلوان, ٢٠١٩ , ص١٢٩.
١١. Casalegno , Federico . Graybill , Wesley : «Window Panes Become Smart «-Massachusette Institute of Technology, USA-The First International Conference on Smart Systems, Devices and Techno logies-٢٠١٢-١١٣.
١٢. Patterson , Michael Robert : «Structural Glass Facades:Aunique Building Technology»-Master thesis-Faculty of The School of Architecture University of Southern California-٢٠٠٨.
١٣. العدوى , منى سعيد محمود - «دور التكنولوجيا فى تطبيق مبادىء العمارة الخضراء»- رسالة ماجستير - كلية الهندسة - جامعة بنها – ٢٠١٩ -ص١٢٤
١٤. قنديل,مشيرةفريدمحمود-«الإستفادةمن إتجاه عمارةالإيكوتكنولوجى وأثرها على التصميم الداخلى المعاصر «-مرجع سابق - ص١٢٥.
١٥. العدوى , منى سعيد محمود - « دور التكنولوجيا فى تطبيق مبادىء العمارة الخضراء «- مرجع سابق - ص٢٤-٢٥-١٠٧-١٠٨
١٦. Bobrova,Darya : «Building – Integrated Wind Turbines in the Aspect of Architecture Shaping», SpbUCEMF,Bublished by Elsevier Lid, Procedia Engineering , ٢٠١٥ ,١١٧.
١٧. فاضل , أسماء مجدي محمد- « العمارة الذكية وأنعكاسها التكنولوجى على التصميم - دراسة حالة المبانى الإدارية « , رسالة ماجستير - كلية الهندسة - قسم الهندسة المعمارية - جامعة القاهرة – ٢٠١١ -ص١٦٨-١٩٣.
١٨. محمود , نيرفانا أسامة حنفى - « تقيم أداء المبانى الذكية فى مصر استنادا على أدوات معرفية حسابية «- رسالة دكتوراة - قسم الهندسة المعمارية - كلية هندسة - جامعة القاهرة – ٢٠١٥ - ص٩٦.
١٩. قنديل,مشيرةفريدمحمود-«الإستفادةمن إتجاه عمارةالإيكوتكنولوجى وأثرها على التصميم الداخلى المعاصر «مرجع سابق-ص١٤١-١٤٢.
٢٠. فاضل,أسماءمجدي محمد-«العمارةالذكيةوأنعكاسهاالتكنولوجى على التصميم-دراسة حالة المبانى الإدارية «-مرجع سابق-ص٨٦-٨٧ .
٢١. محمود , نيرفانا أسامة حنفى - « تقيم أداء المبانى الذكية فى مصر استنادا على أدوات معرفية حسابية «- مرجع سابق - ص٩٩.
٢٢. فاضل , أسماء مجدي محمد -» العمارة الذكية وأنعكاسها التكنولوجى على التصميم - دراسة حالة المبانى الإدارية « - مرجع سابق - ص١٤٥-١٤٦-١٦٩.
٢٣. قنديل,مشيرةفريدمحمود-«الإستفادةمن إتجاه عمارةالإيكوتكنولوجى وأثرها على التصميم الداخلى المعاصر « - مرجع سابق - ص١٤٠.
٢٤. Saleh , Amir Saleh Ahmed-»Eco-Technology in architecture a study to check application on building in Egypt»,master thesis , Department of Architecture - Faculty of engineering - Cairo university - ٢٠١٤ -P٦٠-٦١.
٢٥. https://ara.architecturaldesignschoolcom/flashback-hearst-tower-٥٥٥٠٠٢٦-
٢٦. فاضل , أسماء مجدى محمد - « العمارة الذكية وإنعكاسها التكنولوجى على التصميم - دراسة حالة المبانى الإدارية « – مرجع سابق - ص١٦٨-١٦٩-١٧٠.